

# **STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENAMBAHAN ADMIXTURE BETONMIX DENGAN MENGGUNAKAN SEMEN PPC TERHADAP KUAT TEKAN BETON**

**Sondy Putra Naully<sup>1</sup>, Chrisna Djaya Mungok<sup>2</sup>, Cek Putra Handalan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura, Pontianak  
*Email: sondy.engineering@gmail.com*

## **ABSTRAK**

Seiring perkembangannya beton dalam hal konstruksi bangunan sering digunakan sebagai struktur dan dapat digunakan untuk hal lainnya. Pada proses pengerjaan adukan beton di lapangan sering terjadi permasalahan berupa pengadukan dan pengecoran akibat dari pengurangan jumlah penggunaan air untuk meningkatkan mutu beton, maka perlu menggunakan *additive* (bahan tambah) sebagai campuran adukan beton supaya lebih plastis sehingga akan memudahkan pengecoran dan mempercepat pengerasan beton. Dalam penelitian ini campuran beton menggunakan bahan admixture Betonmix, sehingga diharapkan dapat meningkatkan kualitas kuat tekan beton, kuat tarik belah dan modulus elastisitas pada umumnya dan khususnya untuk mengetahui perubahan suhu setelah pengecoran, waktu pengerasan / *setting time*, susut dan porositas.

Betonmix merupakan cairan tak berwarna yang sangat berguna untuk meningkatkan kualitas adukan beton, sehingga mempermudah pengerjaan dan menghasilkan beton bermutu tinggi. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini meliputi kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas, serta pengujian suhu setelah pengecoran, pengujian waktu pengerasan / *setting time* dengan alat vicat, pengujian susut menggunakan penggaris dan pengujian porositas. Untuk pengujian kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas menggunakan benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Benda uji terdiri dari 85 buah silinder untuk masing - masing variasi. Penelitian ini menggunakan 5 variasi, beton normal (N), beton normal ditambah betonmix 1% (B1%), beton normal ditambah betonmix 2% (B2%), beton normal ditambah betonmix 3% (B3%) dan beton normal ditambah betonmix 4% (B4%).

Hasil pengujian suhu setelah pengecoran terjadi kenaikan suhu sebesar 1-3°C. Hasil pengujian waktu pengerasan / *setting time* dapat diambil rata-rata waktu pengerasan beton selama 225 menit. Dari hasil pengujian susut beton yang terjadi  $\pm 0,1$  cm. Hasil pengujian porositas menunjukkan bahwa dengan menggunakan betonmix dapat mengurangi porositas. Dari pengujian kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas didapat nilai optimum pada beton yang ditambah admixture betonmix. Pada kuat tekan terjadi peningkatan sebesar 14% dibandingkan beton normal (N), sedangkan pada kuat tarik belah terjadi peningkatan sebesar 30,43% dibandingkan beton normal (N), dan pada modulus elastisitas terjadi peningkatan sebesar 32,37% dibandingkan beton normal (N).

**Kata Kunci:** Betonmix, suhu, *setting time*, susut, porositas, kuat tekan, kuat tarik belah, modulus elastisitas.

1. Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura
2. Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura

## ABSTRACT

As it grows concrete in building construction are often used as a structure and can be used for other things. In the process of mixing concrete on the ground frequently arise in the form of stirring and casting a result of a reduction in the amount of water usage to improve the quality of concrete, it is necessary to use additive (additive) as a mixture of concrete mix so that more plastic that will facilitate and speed up concrete hardening foundry. In this study, using a mix concrete admixture materials Betonmix, which is expected to improve the quality of the concrete compressive strength, tensile strength and modulus of elasticity sides in general and in particular to determine the change in temperature after casting, hardening time / setting time, shrinkage and porosity.

Betonmix is a colorless liquid that is highly useful for improving the quality of the concrete, thus simplifying construction and produce high-quality concrete. Tests conducted on the study include compressive strength, tensile strength and modulus of elasticity sides, as well as testing the temperature after casting, hardening time test / setting time by means of Vicat, shrinkage testing using a ruler and porosity testing. For testing compressive strength, tensile strength and modulus of elasticity sides using cylindrical test specimen with a diameter of 15 cm and 30 cm high. The test specimen consists of 85 cylinders for each - each variation. This study uses five variations, normal concrete (N), normal concrete plus betonmix 1% (B1%), normal concrete plus betonmix 2% (B2%), normal concrete plus betonmix 3% (B3%) and normal concrete plus betonmix 4 % (B4%).

Results of testing the temperature after casting temperature rise by 1-3°C. The test results hardening time / setting time can take an average time of hardening of concrete during the 225 minutes. From the test results of concrete shrinkage that occurs  $\pm 0.1$  cm. The test results show that the porosity by using betonmix can reduce porosity. Testing of compressive strength, tensile strength and modulus of elasticity sides obtained optimum value on the plus concrete admixture betonmix. In the compressive strength increased by 14% compared to normal concrete (N), while the tensile strength sides an increase of 30.43% compared to normal concrete (N), and the modulus of elasticity of an increase of 32.37% compared to normal concrete (N ).

**Keywords :** Betonmix, temperature, setting time, shrinkage, porosity, compressive strength, split tensile strength, modulus of elasticity.

## 1. Pendahuluan

Seiring perkembangannya beton dalam hal konstruksi bangunan sering digunakan sebagai struktur dan dapat digunakan untuk hal lainnya. Banyak hal yang dapat dilakukan dengan beton dalam bangunan, Pada umumnya bahan penyusun beton adalah semen, agregat dan air yang menyebabkan terjadinya ikatan kimia yang kuat antara bahan-bahan tersebut. Untuk semen yang akan digunakan pada penelitian ini adalah Semen Portland Pozzolan (PPC).

Pada proses pengerjaan adukan beton di lapangan juga sering terjadi permasalahan berupa pengadukan dan pengecoran akibat dari pengurangan jumlah penggunaan air untuk meningkatkan mutu beton, maka perlu menggunakan *additive* (bahan tambah) sebagai campuran adukan beton supaya lebih plastis sehingga akan memudahkan pengecoran dan mempercepat pengerasan beton.

Dalam penelitian ini beton yang direncanakan adalah beton yang memakai semen PPC (*Portland Pozzolan Cement*) dan menggunakan bahan tambah (*Admixture*) Betonmix.

## 2. Tinjauan Pustaka

Beton adalah suatu campuran antara semen, agregat mineral dan air, yang menyebabkan terjadinya ikatan kimia yang kuat antara bahan-bahan tersebut.

Perencanaan campuran beton yang sering digunakan dalam pelaksanaan konstruksi umumnya harus dapat memenuhi:

- Persyaratan kekuatan
- Persyaratan keawetan
- Persyaratan kemudahan pekerjaan dan
- Persyaratan Ekonomis

### 2.1 Semen

Semen portland pozolan suatu semen hidrolis yang terdiri dari campuran yang homogen antara semen Portland dengan pozolan halus, yang di produksi dengan menggiling klinker semen portland dan pozolan bersama-sama, atau mencampur secara merata bubuk semen portland dengan bubuk pozolan, atau gabungan antara menggiling dan mencampur, dimana kadar pozolan 6 % sampai dengan 40 % massa semen portland pozolan.

### 2.1.1. Jenis dan Penggunaan

1. Jenis IP-U yaitu semen portland pozolan yang dapat dipergunakan untuk semua tujuan pembuatan adukan beton.
2. Jenis IP-K yaitu semen portland pozolan yang dapat dipergunakan untuk semua tujuan pembuatan adukan beton, semen untuk tahan sulfat sedang dan panas hidrasi sedang.
3. Jenis P-U yaitu semen portland pozolan yang dapat dipergunakan untuk pembuatan beton dimana tidak disyaratkan kekuatan awal yang tinggi.
4. Jenis P-K yaitu semen portland pozolan yang dapat dipergunakan untuk pembuatan beton dimana tidak disyaratkan kekuatan awal yang tinggi, serta untuk tahan sulfat sedang dan panas hidrasi rendah.

**Tabel 2.1** Komposisi Teknis Semen Portland Pozolan Cement (PPC)

Semen Gresik, Portland Pozzolan Cement

Jenis Pengujian	SNI 15-2049-04		ASTM C595-03	Hasil Pengujian
	PPC Tipe IP-U	PPC Tipe IP-K	PPC Tipe IP	
Komposisi Kimia:				
Silikon Dioksida (SiO <sub>2</sub> ), %	-	-	-	23,13
Aluminium Oksida (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), %	-	-	-	8,76
Ferri Oksida (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), %	-	-	-	4,62
Kalsium Oksida (CaO), %	-	-	-	58,66
Magnesium Oksida (MgO), %	≤ 6,00	≤ 6,00	≤ 6,00	0,90
Sulfur Trioksida (SO <sub>3</sub> ), %	≤ 3,50	≤ 3,50	≤ 3,50	2,18
Hilang Pijar (LOI), %	≤ 5,00	≤ 3,00	≤ 3,00	1,69
Kapur Bebas, %	-	-	-	0,69
Bagian Tidak Larut, %	-	-	-	0,82
Pengujian Fisika:				
Kehalusan:				
Sisa di atas ayakan 0,09 mm (%)	-	-	(A)	
Dengan Alat Blaine (M <sup>2</sup> /Kg)	≥ 280	≥ 280	(A)	325
Waktu Pengikatan dengan alat Vicat:				
Awal (menit)	≥ 45	≥ 45	≥ 45	153
Akhir (menit)	≤ 420	≤ 420	≤ 420	249
Kekekalan dengan alat Autoclave:				
Pemuaian (%)	≤ 0,80	≤ 0,80	≤ 0,80	0,043
Penyusutan (%)	≤ 0,20	≤ 0,20	≤ 0,20	-
Kuat Tekan				
3 hari (Kg/cm <sup>2</sup> )	≥ 125	≥ 110	≥ 130	205
7 hari (Kg/cm <sup>2</sup> )	≥ 200	≥ 165	≥ 200	290
28 hari (Kg/cm <sup>2</sup> )	≥ 250	≥ 205	≥ 250	385
Panas Hidrasi				
7 hari (cal/gr)	-	≤ 70	≤ 70 (B)	68,15
28 hari (cal/gr)	-	80	≤ 80 (B)	78,40
Kandungan Udara (%)	< 12 [C]	< 12 [C]	≤ 12	6,40

### 2.2 Admixture / Bahan Tambah

*Admixture* atau bahan tambah adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan, yang ditambahkan kedalam campuran adukan beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sifat adukan atau betonnya. (*Spesifikasi Bahan Tambahan Untuk Beton SK SNI S-18-1990-03*).

Secara umum *admixture* terbagi dalam tiga jenis yaitu bahan tambah kimiawi (*chemical admixture*), bahan tambah yang

bersifat mineral (*additive*) dan bahan tambah lainnya.

### 2.2.1. Betonmix

Betonmix adalah jenis merk bahan tambah kimia yang sifatnya untuk pengurang kadar air (*waterreducer*) dan pemercepat waktu ikat (*accelerator*). Sesuai dengan namanya (*water reducer*), *admixture* jenis ini berguna untuk mengurangi air campuran tanpa mengurangi *workability*. *Admixture* ini juga dapat mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton tanpa menurunkan nilai slump. Betonmix dapat digunakan ½ sampai 1 kg per zak (50 kg) semen.

## 3. Metodologi Penelitian

Penelitian ini berupa percobaan yang akan dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura dengan jumlah benda uji silinder (15x30) cm sebanyak 85 buah. Tiap-tiap variabel campuran Betonmix 0%, 1%, 2%, 3%, 4% sebanyak 17 buah benda uji. Pekerjaan meliputi :

### 3.1 Pemeriksaan Material

Analisa bahan dilakukan terhadap agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil). Pemeriksaan yang dilakukan pada agregat halus (pasir) meliputi Pemeriksaan Kadar Organik, Pemeriksaan Kadar Lumpur, Pemeriksaan Kadar Air, Pemeriksaan Gradasi, Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air serta Pemeriksaan Berat Volume. Untuk agregat kasar (kerikil) meliputi Pemeriksaan Kadar Air, Pemeriksaan Gradasi, Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air, Pemeriksaan Berat Volume dan Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar.

### 3.2. Perencanaan Komposisi Campuran

Setelah analisa bahan, maka dilakukan perencanaan perhitungan campuran yang akan digunakan pada penelitian ini menggunakan metode SNI 03-2834-2002.

### 3.3. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dimulai dari Penimbangan ini dilakukan agar dapat hasil yang sesuai dengan proporsi hitungan yang telah dilaksanakan sebelumnya. Dilanjutkan Pengadukan campuran dilakukan dengan menggunakan mesin molen. Pertama pasir dimasukkan dan diikuti dengan semen, mesin molen dalam keadaan berputar sehingga pasir

dan semen dapat tercampur merata, kemudian agergat kasar (batu) dimasukan sampai campuran merata. Setelah campuran tersebut merata masukan air. Setelah adukan dilanjutkan Percobaan slump ini dilakukan untuk mengukur tingkat kelecakan dari beton muda. Percobaan ini menggunakan alat antara lain corong baja yang berbentuk konus berlobang pada kedua ujungnya, tongkat baja dengan bagian ujungnya tajam, lempengan besi untuk meletakkan corong baja agar rata. Corong baja diatas lempeng besi dengan diameter besar dibawah, dan diameter kecil diatas. Masukan adukan beton muda kedalam corong baja sebanyak 1/3 (sepertiga) dari volume corong dan ditumbuk sebanyak 25 (dua puluh lima) kali dengan tongkat baja. Lakukan hal yang sama sampai corong baja tersebut terisi penuh dan ratakan dengan tongkat baja. Setelah itu diamkan selama kurang lebih 60 detik dan kemudian angkat corong keatas secara vertical. Hitunglah besar penurunan dari beton tersebut setelah corong tersebut diangkat. Adukan beton yang telah *homogen*, dituang kedalam tempat cetakan yang telah disiapkan, sebelumnya cetakan telah diolesi dengan oli, dalam hal ini cetakan yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

### 3.4. Perawatan Benda Uji

Setelah beton yang dicor berumur 1 (satu) hari (24 Jam), bekesting atau cetakan beton dibuka kemudian benda uji berbentuk silinder yang telah dibuka dari cetakannya dimasukan kedalam air yang telah disediakan di Laboratorium Bahan dan Kontruksi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Perendaman tersebut dilakukan sampai sampel beton tersebut akan diuji kuat tekan, kuat tarik belah, modulus elastisitas, porositas, susut beton

### 3.5. Pengujian Suhu

Pengujian ini dilakukan saat benda uji silinder telah dibuat pada masing-masing variabel (0 %, 1%, 2 %, 3 %, 4%) sehingga dapat diketahui apakah ada perubahan suhu pada beton. Adapun langkah-langkah pengujian tes ini berdasarkan SNI 03-4807-1998.

### 3.6. Pengujian Waktu Pengerasan / Setting Time

Pengerasan dan pengikatan pasta semen terjadi kerana suatu proses hidrasi semen (setelah dicampur dengan air), atau

disebabkan oleh proses hidrasi dari unsur-unsur semen. Dalam hal ini, hidrasi semen bisa terjadi baik melalui mekanisme larutan langsung atau mekanisme reaksi topochemical. Metode pengujian waktu ikat semen perlu dilakukan agar diketahui nilai waktu pengikatan semen. Adapun langkah-langkah pengujian tes ini berdasarkan SNI 03-6827-2002.

### 3.7. Pengujian Susut

Pada pengujian ini mencakup penentuan pengaruh semen portland pada susut yang terjadi pada benda uji yang telah kering, pada pengujian susut ini hanya menggunakan penggaris sebagai alat bantu untuk mengukur perubahan susut pada umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari.

### 3.8. Pengujian Porositas

Pengujian porositas dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui besarnya porositas. Semakin besar porositas pada benda uji maka semakin rendah kekuatannya. Penelitian terhadap porositas lebih didasarkan dari segi keawetan dan kekuatan beton itu sendiri. Pengujian porositas dilakukan pada benda uji umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari diambil dari bak perendam, dilap kemudian ditimbang (wb). Kemudian benda uji dikeringkan selama 1 hari sampai benda uji benar-benar kering kemudian ditimbang kembali (wk). Prosedur ini dilakukan untuk semua sampel benda uji yang lain.

Rumus untuk menentukan Porositas :

$$P = \{ \{ (wb-wk)/vb \} \times \{ (1/pair) \} \times (100\%) \}$$

Dimana :

P = Porositas

wb = Massa basah sampel setelah direndam (gram)

wk = Massa kering sampel setelah direndam (gram)

vb = volume benda uji (cm<sup>3</sup>) (  $\frac{1}{4} \pi d^2 t$  )

pair = massa jenis air (gr/cm<sup>3</sup>)

### 3.9. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tekan beton yang telah mengeras dengan benda uji berbentuk silinder. Pengujian ini dilakukan pada beton yang berumur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari dan masing-masing variabel tiap pengujian digunakan 3 benda uji.

Rumus untuk menentukan nilai kuat tekan

benda uji :

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

$$f'_c = \frac{\sum_1^n f_c}{n}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_1^n (f_c - f'_{cr})^2}{n-1}}$$

$$f'_c = f'_{cr} - 1,64 \times Sd$$

#### Keterangan :

$f'_c$  = Kuat Tekan Karakteristik (Mpa)

P = Beban Uji Maksimum (N)

A = Luas Penampang (mm<sup>2</sup>)

$f'_c$  = Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)

Sd = Standar Deviasi

n = Jumlah Sampe Benda Uji

### 3.10. Pengujian Kuat Tarik Belah

Benda uji yang digunakan sama dengan pengujian tes tekan, yaitu silinder. Pengujian dilakukan pada beton yang berumur 28 hari dan masing-masing variabel tiap pengujian digunakan 1 buah benda uji.

Rumus yang digunakan :

$$f'_{CT} = \frac{2P}{\pi d d}$$

#### Keterangan :

$f'_{CT}$  = Kuat tarik belah (MPa)

P = Beban maksimum (kN)

L = Panjang benda uji (mm)

D = Diameter benda uji (mm)

### 3.11. Pengujian Modulus Elastisitas

Pengujian ini memberikan nilai perbandingan *stress* (tegangan), *strain* (regangan) dan perbandingan antara regangan lateral dan longitudinal untuk beton pada suatu umur. Pengujian dilakukan pada beton yang berumur 28 hari dan masing-masing variabel tiap pengujian digunakan 1 buah benda uji.

## 4. Analisis Data dan Pembahasan

### 4.1 Bahan

Hasil pemeriksaan agregat dilaboratorium diperoleh bahwa agregat halus (pasir) mempunyai modulus kehalusan butir

sebesar 2,733 dan terletak pada zona II, kadar lumpur sebesar 1,299%, kadar air 2,965%, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) rata - rata sebesar 2,606. Penyerapan (*absorpsi*) rata - rata sebesar 0,604%, berat *volume* rata - rata yaitu 1,680 kg/liter atau 1680 kg/m<sup>3</sup> dan terletak pada organic plate nomor tiga.

Untuk agregat kasar (kerikil) mempunyai modulus kehalusan butir sebesar 2,987, kadar air 1,232%, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) rata-rata sebesar 2,677. Penyerapan (*absorpsi*) rata-rata sebesar 0,859%, berat volume rata-rata yaitu 1,650 kg/liter atau 1650 kg/m<sup>3</sup>, keausan agregat sebesar 18,024 % < 40 %.

## 4.2 Hasil Pengujian Suhu

**Tabel 4.1** Hasil Analisa Pengujian Suhu Masing-masing Variabel

Kode BU	Suhu Ruangan (°C)	Suhu Beton Rata-rata (°C)	Kenaikan Suhu (°C)	Kenaikan Suhu Rata-Rata (°C)
N1	29	31	2	2.2
N2	29	31.8	2.8	
N3	29	30.8	1.8	
B1 1%	29	31.8	2.8	2.37
B2 1%	29	31.4	2.4	
B3 1%	29	30.9	1.9	
B1 2%	30	31	1	1.00
B2 2%	30	31	1	
B3 2%	30	31	1	
B1 3%	29	30	1	1.00
B2 3%	29	30	1	
B3 3%	29	30	1	
B1 4%	29	32	3	3.03
B2 4%	29	32	3	
B3 4%	29	32.1	3.1	

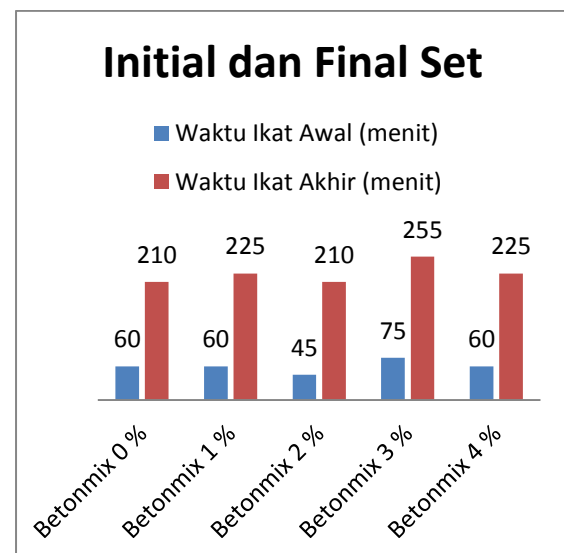
Dari hasil pengujian suhu rata-rata pada tabel 4.2 dapat kita analisa bahwa baik beton normal maupun beton yang ditambahkan betonmix tetap akan mengalami kenaikan suhu. Berdasarkan pengujian kenaikan suhu yang terjadi berkisar antara 1°C – 3°C.

## 4.3. Hasil Pengujian Waktu Pengerasan / Setting Time

**Tabel 4.2.** Waktu Ikat Awal dan Waktu Ikat Akhir Pengujian Setting Time

Benda Uji	Waktu Ikat Awal	Suhu	Waktu Ikat Akhir	Suhu
	(menit)	(°C)	(menit)	(°C)
Betonmix 0 %	60	31	210	30
Betonmix 1 %	60	30	225	28
Betonmix 2 %	45	29	210	31
Betonmix 3 %	75	31	255	29
Betonmix 4 %	60	30	225	29

Dari tabel 4.13 dapat dilihat waktu ikat awal dan waktu ikat akhir yang terjadi dari pengujian setting time menggunakan alat vicat, dari data hasil menunjukkan bahwa betonmix 3% agak lebih lama mencapai waktu ikat awal di menit ke 75 dan waktu ikat akhir di menit 255 dibandingkan variabel lainnya.



**Gambar 4.1** Waktu Pengikatan Awal dan Akhir (*Initial dan Final Set*)

#### 4.4. Pengujian Susut Beton

**Tabel 4.3** Susut Umur 3 Hari

Umur 3 Hari				
Kode BU	Diameter Semula (cm)	Tinggi Semula (cm)	Diameter Berubah (cm)	Tinggi Berubah (cm)
N 1	15	30.1	15	30
N 2	15	30	15	30
N 3	15	30.1	15	30
B1 1%	15	30	15	30
B2 1%	15	30	15	29
B3 1%	15	30.2	15	30
B1 2%	15	30.1	15	30.1
B2 2%	15	30.1	15	30.1
B3 2%	15	30	15	30
B1 3%	15	30.1	15	30.1
B2 3%	15	30.1	15	30.1
B3 3%	15	30	15	30
B1 4%	15	30	15	30
B2 4%	15	30.1	15	30.1
B3 4%	14.9	30	14.9	30

**Tabel 4.4** Susut Umur 7 Hari

Umur 7 Hari				
Kode BU	Diameter Semula (cm)	Tinggi Semula (cm)	Diameter Berubah (cm)	Tinggi Berubah (cm)
N 4	15	30.1	15	30.1
N 5	15	30	15	30
N 6	15.1	30	15	30
B4 1%	15	30.1	15	30
B5 1%	15.1	30.2	15.1	30.1
B6 1%	15	30.1	15	30
B4 2%	15	30	15	30
B5 2%	15.1	30	15	30
B6 2%	15	30	15	30
B4 3%	15	30	15	30
B5 3%	15.1	30	15	30
B6 3%	15	30	15	30
B4 4%	15	30	15	30
B5 4%	15	30	15	30
B6 4%	15	30.1	15	30.1

**Tabel 4.5** Susut Umur 14 Hari

Umur 14 Hari				
Kode BU	Diameter Semula (cm)	Tinggi Semula (cm)	Diameter Berubah (cm)	Tinggi Berubah (cm)
N 7	15	30.2	15	30.2
N 8	15.1	30	15	30
N 9	15	30.1	15	30.1
B7 1%	15.1	30.1	15	30
B8 1%	15	30	15	30
B9 1%	15	30	15	30
B7 2%	15	30	15	30
B8 2%	15	30	15	30
B9 2%	15	30	15	30
B7 3%	15	30	15	30
B8 3%	15	30	15	30
B9 3%	15	30	15	30
B7 4%	15	30.1	15	30.1
B8 4%	15.1	30	15	30
B9 4%	15	30.1	15	30.1

**Tabel 4.6** Susut Umur 21 Hari

Umur 21 Hari				
Kode BU	Diameter Semula (cm)	Tinggi Semula (cm)	Diameter Berubah (cm)	Tinggi Berubah (cm)
N 10	15	30.2	15	30.1
N 11	15	30.2	15	30.1
N 12	15	30	15	30
B10 1%	15	30	15	30
B11 1%	15	30.2	15	30.1
B12 1%	15	30.1	15	30.1
B10 2%	15.1	30	15.1	30
B11 2%	15	30	15	30
B12 2%	15	30	15	30
B10 3%	15.1	30	15	30
B11 3%	15	30	15	30
B12 3%	15	30	15	30
B10 4%	15	30.1	15	30
B11 4%	15	30	15	30
B12 4%	14.9	30.1	14.9	30

**Tabel 4.7** Susut Umur 28 Hari

Umur 28 Hari				
Kode BU	Diameter Semula (cm)	Tinggi Semula (cm)	Diameter Berubah (cm)	Tinggi Berubah (cm)
N 13	15.1	30.1	15	30.1
N 14	15.1	30.1	15	30.1
N 15	15	30.1	15	30.1
B13 1%	15	30.1	15	30
B14 1%	15	30	15	30
B15 1%	15	30.2	15	30.1
B13 2%	15	30	15	30
B14 2%	15.05	30.05	15	30
B15 2%	15	30	15	30
B13 3%	15	30	15	30
B14 3%	15.05	30.05	15	30
B15 3%	15	30	15	30
B13 4%	15	30	15	30
B14 4%	15	30.1	15	30.1
B15 4%	15	30	15	30

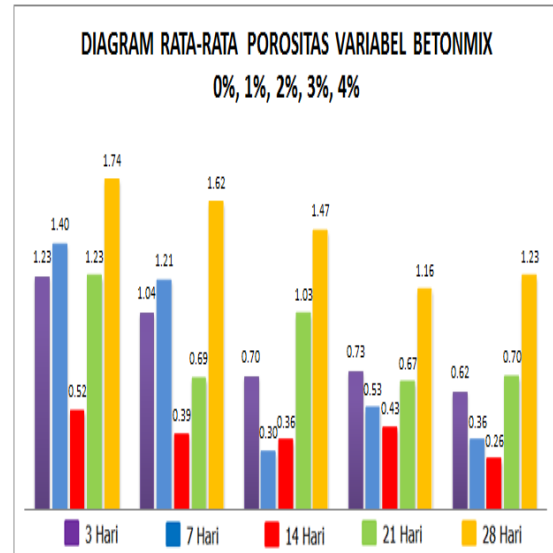
Setelah melihat tabel 4.3 sampai dengan 4.7 dengan melakukan pengukuran hasil pengujian susut yang dilakukan pada beton normal dan beton yang menggunakan additive betonmix memang terjadi penyusutan, rata-rata susut yang terjadi pada umumnya sebesar 0,1 cm hanya pada B2 1% umur 3 hari yang susut sebesar 1 cm.

#### 4.5. Pengujian Porositas

**Tabel 4.8** Besar Porositas Rata-Rata Variabel

Umur	Besar Porositas Rata-Rata Variabel (%)				
	Betonmix 0%	Betonmix 1%	Betonmix 2%	Betonmix 3%	Betonmix 4%
3 Hari	1.23	1.04	0.70	0.73	0.62
7 Hari	1.40	1.21	0.30	0.53	0.36
14 Hari	0.52	0.39	0.36	0.43	0.26
21 Hari	1.23	0.69	1.03	0.67	0.70
28 Hari	1.74	1.62	1.47	1.16	1.23

Berdasarkan tabel perhitungan hasil pengujian porositas pada tabel 4.29 dapat dilihat bahwa porositas rata-rata terbesar terjadi pada beton normal dibandingkan beton yang ditambahkan betonmix. Dibawah ini grafik tingkat porositas rata-rata yang terjadi pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari.

**Gambar 4.2** Diagram Rata-Rata Porositas Variabel 0 %, 1%, 2%, 3%, 4%

Berdasarkan analisis data hasil pengujian dapat diperoleh rata-rata porositas yang terjadi pada gambar 4.2, sehingga ini membuktikan bahwa sesuai dengan brosur, bahwa menggunakan betonmix dapat mengurangi porositas yang terjadi pada beton, akan tetapi dapat diperhatikan bahwa hasil pengujian porositas terdapat ketidakseragaman data ini diakibatkan kesalahan dalam teknik pengerjaan pemadatan pada sampel yang mengakibatkan terjadinya hasil porositas yang tidak konsisten.

#### 4.6. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak. Adapun data dan hasil analisa pengujian kuat tekan tersebut adalah sebagai berikut :



**Tabel 4.9** Hasil Kuat Tekan dan Kuat Tekan Karakteristik Beton Normal atau Tanpa Additive Betonmix 0 %

No	Kode	Slump	Berat	Beban Max		Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Umur Beton (Hari)					Korelasi Umur 28 Hari	(fc-fc'm)	(fc-fc'm) <sup>2</sup>
			Kg	KN	N		3	7	14	21	28			
1	N1	10	12.56	375	375000	17662.5	21.23					31.689	-0.15	0.02
2	N2	10	12.55	370	370000	17662.5	20.95					31.266	-0.57	0.33
3	N3	10	12.33	380	380000	17662.5	21.51					32.111	0.27	0.07
4	N4	10	12.63	410	410000	17662.5		23.21				30.543	-1.30	1.68
5	N5	10	12.54	445	445000	17662.5		25.19				33.151	1.31	1.72
6	N6	10	12.58	430	430000	17662.5		24.35				32.033	0.19	0.04
7	N7	10	12.62	510	510000	17662.5			28.87			32.444	0.60	0.37
8	N8	10	12.83	505	505000	17662.5			28.59			32.125	0.29	0.08
9	N9	10	12.91	480	480000	17662.5			27.18			30.535	-1.30	1.70
10	N10	10	12.78	520	520000	17662.5				29.44		32.001	0.16	0.03
11	N11	10	12.88	510	510000	17662.5				28.87		31.386	-0.45	0.21
12	N12	10	12.73	530	530000	17662.5				30.01		32.616	0.78	0.60
13	N13	10	12.78	570	570000	17662.5					32.27	32.272	0.43	0.19
14	N14	10	12.88	540	540000	17662.5					30.57	30.573	-1.27	1.60
15	N15	10	12.73	580	580000	17662.5					32.84	32.838	1.00	1.00
Jumlah							63.69	72.75	84.64	88.32	95.68	477.58		9.63
Kuat Tekan Rata-Rata							21.23	24.25	28.21	29.44	31.89	31.84		0.64
Standar Deviasi							0.830							
Kuat Tekan Karakteristik							30.479							

**Tabel 4.10** Hasil Kuat Tekan dan Kuat Tekan Karakteristik Beton Menggunakan Betonmix 1%

No	Kode	Slump	Berat	Beban Max		Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Umur Beton (Hari)					Korelasi Umur 28 Hari	(fc-fc'm)	(fc-fc'm) <sup>2</sup>
			Kg	KN	N		3	7	14	21	28			
1	B1 1%	10	12.28	380	380000	17662.5	21.51					33.099	-0.41	0.17
2	B2 1%	10	12.34	370	370000	17662.5	20.95					32.228	-1.28	1.65
3	B3 1%	10	12.38	405	405000	17662.5	22.93					35.277	1.76	3.11
4	B4 1%	10	12.41	460	460000	17662.5		26.04				33.390	-0.12	0.02
5	B5 1%	10	12.44	480	480000	17662.5		27.18				34.841	1.33	1.76
6	B6 1%	10	12.35	450	450000	17662.5		25.48				32.664	-0.85	0.72
7	B7 1%	10	12.61	530	530000	17662.5			30.01			34.099	0.59	0.34
8	B8 1%	10	12.38	500	500000	17662.5			28.31			32.169	-1.34	1.81
9	B9 1%	10	12.38	525	525000	17662.5			29.72			33.777	0.26	0.07
10	B10 1%	10	12.52	550	550000	17662.5				31.14		34.599	1.09	1.18
11	B11 1%	10	12.54	520	520000	17662.5				29.44		32.712	-0.80	0.64
12	B12 1%	10	12.44	530	530000	17662.5				30.01		33.341	-0.17	0.03
13	B13 1%	10	12.54	555	555000	17662.5					31.42	31.423	-2.09	4.37
14	B14 1%	10	12.45	620	620000	17662.5					35.10	35.103	1.59	2.53
15	B15 1%	10	12.49	600	600000	17662.5					33.97	33.970	0.46	0.21
Jumlah							65.39	78.70	88.04	90.59	100.50	502.69		18.61
Kuat Tekan Rata-Rata							21.80	26.23	29.35	30.20	33.50	33.51		1.24
Standar Deviasi							1.153							
Kuat Tekan Karakteristik							31.622							

**Tabel 4.11** Hasil Kuat Tekan dan Kuat Tekan Karakteristik Beton Menggunakan Betonmix 2%

No	Kode	Shump	Berat	Beban Max		Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Umur Beton (Hari)					Korelasi Umur 28 Hari	(fc-fc'm)	(fc-fc'm) <sup>2</sup>
			Kg	KN	N		3	7	14	21	28			
1	B1 2%	11,5	11.95	410	410000	17662.5	23.21					35.171	1.25	1.57
2	B2 2%	11,5	11.81	360	360000	17662.5	20.38					30.882	-3.04	9.22
3	B3 2%	11,5	12.03	415	415000	17662.5	23.50					35.600	1.68	2.83
4	B4 2%	11,5	12.49	465	465000	17662.5		26.33				34.641	0.72	0.52
5	B5 2%	11,5	11.94	450	450000	17662.5		25.48				33.523	-0.40	0.16
6	B6 2%	11,5	11.93	455	455000	17662.5		25.76				33.896	-0.02	0.00
7	B7 2%	11,5	12.30	520	520000	17662.5			29.44			32.712	-1.21	1.46
8	B8 2%	11,5	11.99	540	540000	17662.5			30.57			33.970	0.05	0.00
9	B9 2%	11,5	12.59	555	555000	17662.5			31.42			34.914	0.99	0.99
10	B10 2%	11,5	11.97	560	560000	17662.5				31.71		34.463	0.54	0.30
11	B11 2%	11,5	11.92	545	545000	17662.5				30.86		33.539	-0.38	0.14
12	B12 2%	11,5	11.54	550	550000	17662.5				31.14		33.847	-0.07	0.01
13	B13 2%	11,5	12.16	615	615000	17662.5					34.82	34.820	0.90	0.81
14	B14 2%	11,5	12.35	580	580000	17662.5					32.84	32.838	-1.08	1.17
15	B15 2%	11,5	11.92	600	600000	17662.5					33.97	33.970	0.05	0.00
Jumlah							67.09	77.57	91.44	93.70	101.63	508.79		19.17
Kuat Tekan Rata-Rata							22.36	25.86	30.48	31.23	33.88	33.92		1.28
Standar Deviasi							1.170							
Kuat Tekan Karakteristik							32.000							

**Tabel 4.12** Hasil Kuat Tekan dan Kuat Tekan Karakteristik Beton Menggunakan Betonmix 3%

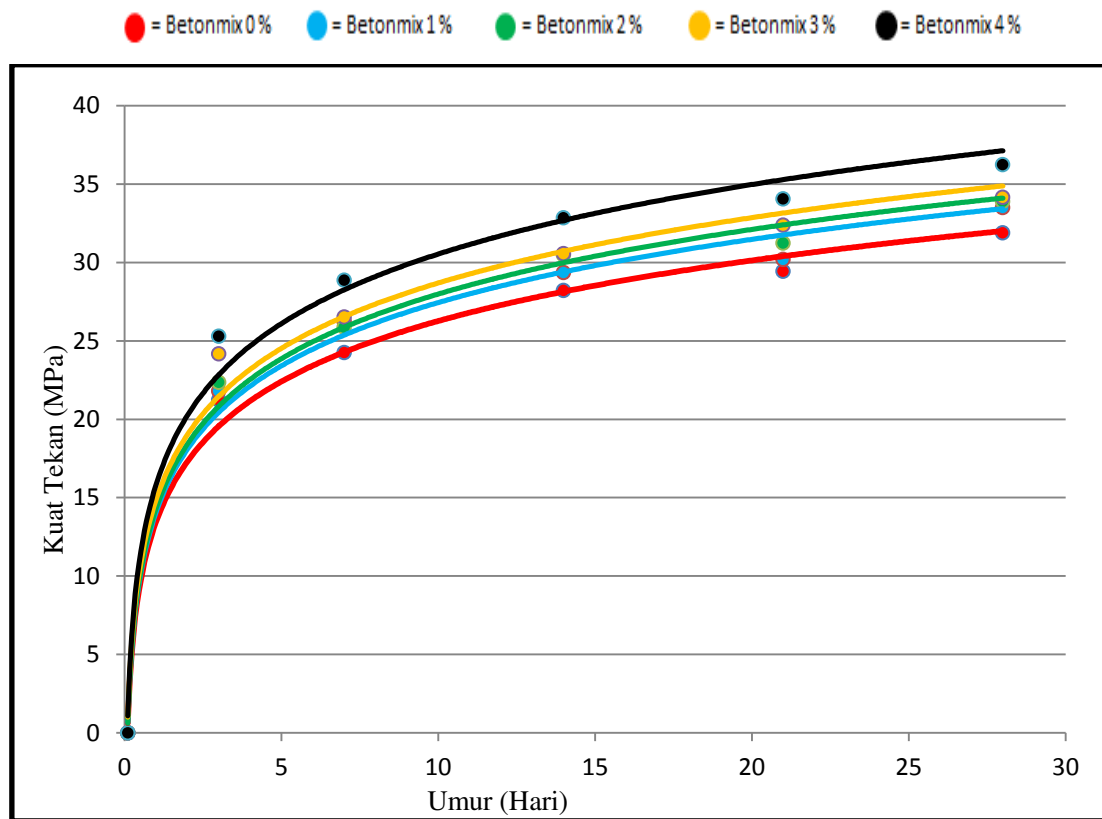
No	Kode	Slump	Berat	Beban Max		Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Umur Beton (Hari)					Korelasi Umur 28 Hari	(fc-fc'm)	(fc-fc'm) <sup>2</sup>
			Kg	KN	N		3	7	14	21	28			
1	B1 3%	13	11.83	425	425000	17662.5	24.06					33.891	-0.15	0.02
2	B2 3%	13	11.94	420	420000	17662.5	23.78					33.492	-0.55	0.30
3	B3 3%	13	11.84	435	435000	17662.5	24.63					34.688	0.64	0.42
4	B4 3%	13	12.05	470	470000	17662.5		26.61				34.115	0.07	0.01
5	B5 3%	13	12.01	455	455000	17662.5		25.76				33.027	-1.02	1.03
6	B6 3%	13	12.10	480	480000	17662.5		27.18				34.841	0.80	0.64
7	B7 3%	13	11.86	550	550000	17662.5			31.14			34.599	0.56	0.31
8	B8 3%	13	12.09	525	525000	17662.5			29.72			33.027	-1.02	1.03
9	B9 3%	13	11.87	545	545000	17662.5			30.86			34.285	0.24	0.06
10	B10 3%	13	12.33	595	595000	17662.5				33.69		35.460	1.42	2.01
11	B11 3%	13	12.41	550	550000	17662.5				31.14		32.778	-1.27	1.60
12	B12 3%	13	12.01	570	570000	17662.5				32.27		33.970	-0.07	0.01
13	B13 3%	13	12.45	600	600000	17662.5					33.97	33.970	-0.07	0.01
14	B14 3%	13	12.21	580	580000	17662.5					32.84	32.838	-1.21	1.45
15	B15 3%	13	12.65	630	630000	17662.5					35.67	35.669	1.63	2.64
Jumlah							72.47	79.55	91.72	97.10	102.48	510.65		11.53
Kuat Tekan Rata-Rata							24.16	26.52	30.57	32.37	34.16	34.04		0.77
Standar Deviasi							0.908							
Kuat Tekan Karakteristik							32.555							

**Tabel 4.13** Hasil Kuat Tekan dan Kuat Tekan Karakteristik Beton Menggunakan Betonmix 4 %

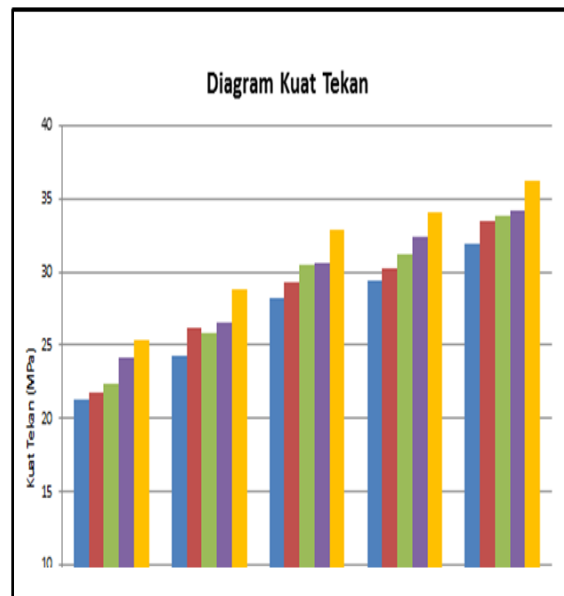
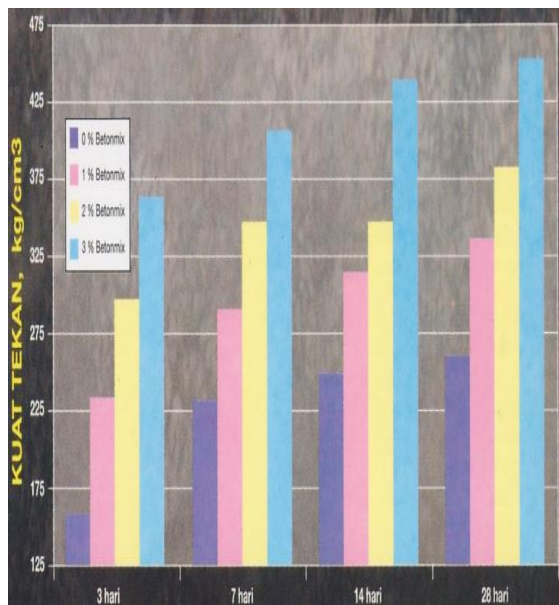
No	Kode	Slump	Berat	Beban Max		Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Umur Beton (Hari)					Korelasi Umur 28 Hari	(fc-fc'm)	(fc-fc'm) <sup>2</sup>
			Kg	KN	N		3	7	14	21	28			
1	B1 4%	13.5	12.26	455	455000	17662.5	25.76					36.801	0.65	0.42
2	B2 4%	13.5	12.31	465	465000	17662.5	26.33					37.610	1.45	2.11
3	B3 4%	13.5	11.89	420	420000	17662.5	23.78					33.970	-2.19	4.78
4	B4 4%	13.5	11.97	525	525000	17662.5		29.72				37.155	1.00	1.00
5	B5 4%	13.5	12.27	495	495000	17662.5		28.03				35.032	-1.12	1.26
6	B6 4%	13.5	12.35	510	510000	17662.5		28.87				36.093	-0.06	0.00
7	B7 4%	13.5	12.16	590	590000	17662.5			33.40			36.708	0.55	0.30
8	B8 4%	13.5	12.47	570	570000	17662.5			32.27			35.463	-0.69	0.48
9	B9 4%	13.5	12.52	580	580000	17662.5			32.84			36.086	-0.07	0.00
10	B10 4%	13.5	12.19	595	595000	17662.5				33.69		35.837	-0.32	0.10
11	B11 4%	13.5	12.51	630	630000	17662.5				35.67		37.946	1.79	3.20
12	B12 4%	13.5	12.45	580	580000	17662.5				32.84		34.934	-1.22	1.49
13	B13 4%	13.5	12.43	630	630000	17662.5					35.67	35.669	-0.49	0.24
14	B14 4%	13.5	12.42	650	650000	17662.5					36.80	36.801	0.65	0.42
15	B15 4%	13.5	12.62	640	640000	17662.5					36.23	36.235	0.08	0.01
Jumlah							75.87	86.62	98.51	102.19	108.70	542.34		15.82
Kuat Tekan Rata-Rata							25.29	28.87	32.84	34.06	36.23	36.16		1.05
Standar Deviasi							1.063							
Kuat Tekan Karakteristik							34.413							

**Tabel 4.14** Perbandingan Kuat Tekan Karakteristik

Umur Beton (Hari)	Betonmix 0% (Mpa)	Betonmix 1% (Mpa)	Betonmix 2% (Mpa)	Betonmix 3% (Mpa)	Betonmix 4% (Mpa)
0	0	0	0	0	0
3	21.23	21.8	22.36	24.16	25.29
7	24.25	26.23	25.86	26.52	28.87
14	28.21	29.35	30.48	30.57	32.84
21	29.44	30.2	31.23	32.37	34.06
28	31.89	33.5	33.88	34.16	36.23
Persentase Thd Beton Normal (%)	0	5%	6%	7%	14%



**Grafik 4.1** Perbandingan Kuat Tekan Rata-Rata Variabel Beton



**Gambar 4.3** Diagram Perbandingan Kuat Tekan Rata-Rata Variabel Beton

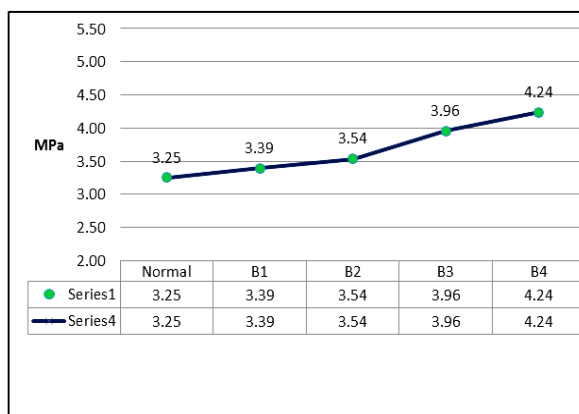
Pada gambar 4.3 terlihat jelas adanya peningkatan terhadap kuat tekan dari beton normal dengan beton yang ditambah dengan additive betonmix baik berdasarkan brosur maupun sesuai hasil pengujian. Untuk Betonmix 1%, adanya peningkatan sebesar 5 % dari 31,89 MPa menjadi 33,5 MPa, untuk benda uji Betonmix 2%, terjadi peningkatan sebesar 6 % dari 31,89 MPa menjadi 33,88 MPa, untuk Betonmix 3 %, adanya peningkatan sebesar 7 % dari 31,89 MPa menjadi 34,16 MPa, dan terhadap benda uji Betonmix 4 % terjadi peningkatan sebesar 14 % dari 31,89 MPa menjadi 36,23 MPa.

#### 4.7. Pengujian Kuat Tarik Belah

Dari hasil penelitian nilai kuat tarik belah umur 28 hari didapat data sebagai berikut:

**Tabel 4.15** Hasil Kuat Tarik Belah Rata-Rata Semua Variasi Pada Umur 28 Hari

No	Kode	Kuat Tarik Belah						
		Berat	Panjang	Diameter	Beban	Kuat tarik	Kuat tarik	Persentase
		Kg	mm	mm	P	Belah	Belah	terhadap
		a	b	c	d	e=2d/p c d	rata-rata	beton normal
1	B16 0%	12.362	300	150	230	3.25	3.25	100.00%
2	B16 1%	11.937	300	150	240	3.39	3.39	104.35%
3	B16 2%	11.745	300	150	250	3.54	3.54	108.70%
4	B16 3%	11.882	300	150	280	3.96	3.96	121.74%
5	B16 4%	12.614	300	150	300	4.24	4.24	130.43%



**Grafik 4.2** Kuat Tarik Belah Rata-Rata Semua Variasi Umur 28 Hari

Analisa lebih lanjut dapat dilihat pada grafik 4.2, dimana betonmix dapat meningkatkan kuat tarik belah beton. Pada tabel 4.16 terlihat jelas adanya peningkatan terhadap kuat tekan dari beton normal dan dengan beton menggunakan betonmix. Untuk benda B16 1%, adanya peningkatan sebesar 4,35% dari 3,25 MPa menjadi 3,39 MPa, untuk benda B16 2%, adanya peningkatan sebesar 8,70% dari 3,25 MPa menjadi 3,54 MPa, sedangkan terhadap benda uji B16 3% terjadi peningkatan sebesar 21,74% dari 3,25 MPa menjadi 3,96 MPa dan terhadap benda uji B16 4% terjadi peningkatan sebesar 30,43% dari 3,25 MPa menjadi 4,24 MPa.

#### 4.8. Pengujian Modulus Elastisitas

Dari hasil penelitian nilai kuat tarik belah umur 28 hari didapat data sebagai berikut:

**Tabel 4.17** Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Umur 28 Hari

Variasi	$\sigma_{max}$	$\sigma_{max}$	$\sigma_{max}$	$\epsilon_{max}$ pada 20%		$\epsilon_{max}$ pada 50%		Modulus Elastisitas (E)
		pada 20%	pada 40%	$y_{max}$		$y_{max}$		
		$y_{max}$	$y_{max}$	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	$\epsilon_1$	$\epsilon_2$	
Betonmix 0 %	31.684	6.337	15.842	0.00015	0.00519	0.00068	0.00466	18029.617
Betonmix 1 %	31.715	6.343	15.857	0.00021	0.00525	0.00074	0.00472	18038.341
Betonmix 2 %	31.757	6.351	15.879	0.00021	0.00471	0.00068	0.00424	20181.057
Betonmix 3 %	33.146	6.629	16.573	0.00024	0.00444	0.00068	0.00400	22585.289
Betonmix 4 %	37.011	7.402	18.505	0.00020	0.00465	0.00067	0.00418	23865.785

Besaran nilai Modulus Elastisitas dari variasi yang diujikan dapat dilihat pada tabel 4.17. Meningkatnya nilai modulus yang terjadi pada variasi Betonmix dapat memberikan pengaruh yang cukup signifikan. Penyebabnya sudah jelas terjadi akibat komposisi campuran yang beragam. Nilai modulus elastisitas betonmix 0% sebesar 18029.617, nilai modulus elastisitas betonmix 1% sebesar 18038.34, nilai modulus elastisitas betonmix 2% sebesar 20181.057, nilai modulus elastisitas betonmix 3% sebesar 22585.289, nilai modulus elastisitas betonmix 4% sebesar 23865.785.

## 5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan terhadap beton mutu f'c



25 MPa dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengujian suhu beton baik beton normal maupun beton yang menggunakan additive betonmix setelah pengecoran akan mengalami kenaikan suhu rata-rata sebesar  $1^{\circ}\text{C} - 3^{\circ}\text{C}$ .
2. Pada betonmix 0% waktu ikat awalnya 60 menit dan waktu ikat akhir selama 210 menit, pada betonmix 1% waktu ikat awalnya 60 menit dan waktu ikat akhir selama 225 menit, pada betonmix 2% waktu ikat awalnya 45 menit dan waktu ikat akhir selama 210 menit, pada betonmix 3% waktu ikat awalnya 75 menit dan waktu ikat akhir selama 255 menit, pada betonmix 4% waktu ikat awalnya 60 menit dan waktu ikat akhir selama 225 menit. Perubahan yang tidak konsisten disebabkan karena suhu yang berubah-ubah dan juga alat vicat yang kurang baik, untuk itu perlu pengujian lebih lanjut mengenai waktu pengikatan pada beton.
3. Beton normal maupun beton yang menggunakan additive betonmix mengalami penyusutan tetapi tidak signifikan, dari rata-rata pengukuran pada benda uji susut yang terjadi  $\pm$  hanya sebesar 0,1 cm, benda uji silinder yang berbeda pada masing-masing hari menyebabkan data yang didapat tidak konsisten.
4. Penambahan betonmix dapat mengurangi porositas. Porositas rata-rata dari variabel betonmix 0% lebih tinggi dibandingkan dari variabel Betonmix 1%, 2%, 3% dan 4%, ketidakseragaman dalam teknik pengerjaan pemadatan pada sampel mengakibatkan terjadinya porositas yang tidak konsisten.
5. Kuat tekan rata-rata pada benda uji betonmix 1% terjadi peningkatan kuat tekan sebesar 5 %, sedangkan pada benda uji betonmix 2% terjadi peningkatan kuat tekan sebesar 6 %, pada benda uji betonmix 3% terjadi peningkatan kuat tekan sebesar 7 %, dan pada benda uji betonmix 4% terjadi peningkatan kuat tekan optimum sebesar 14 %. Dapat diambil kesimpulan bahwa dengan menambahkan betonmix sesuai dengan prosedur dapat meningkatkan kuat tekan beton.
6. Berat rata-rata benda uji silinder umur 28 hari beton normal 12,79 kg, berat rata-rata betonmix 1% 12,49 kg, berat rata-rata betonmix 2% 12,14 kg, berat rata-rata betonmix 3% 12,44 kg, berat rata-rata betonmix 4% 12,49 kg.
7. Kuat tarik belah pada benda uji betonmix 1% terjadi peningkatan sebesar 4,35%, pada benda uji betonmix 2% terjadi peningkatan sebesar 8,70%, pada benda uji betonmix 3% terjadi peningkatan kuat tarik belah optimum sebesar 21,74% dan pada benda uji betonmix 4% terjadi peningkatan optimum sebesar 30,43%. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa betonmix dapat meningkatkan nilai kuat tarik belah beton.
8. Modulus elastisitas betonmix 0% sebesar 18029.617, pada betonmix 1% sebesar 18038.341, pada betonmix 2% sebesar 20181.057, pada betonmix 3% sebesar 22585.289, pada betonmix 4% sebesar 23865.785. Kesalahan pembacaan dial mengakibatkan nilai modulus yang kecil sehingga hasil perhitungan tidak sesuai dengan rumus yang ada.
9. Penambahan betonmix dapat menghasilkan beton yang ekonomis, karena dengan mengurangi air dan semen dapat dihasilkan kuat tekan beton yang melebihi kuat tekan beton normal.
10. Dari semua hasil pengujian disimpulkan bahwa betonmix dapat memudahkan pengecoran, mengurangi porositas, ekonomis, serta meningkatkan kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas.

## Daftar Pustaka

- American Society for Testing, Annual Book of ASTM Standards 1995: Vol.04.02. *Concrete and Aggregates*. Philadelphia : ASTM 1995.
- Arief, S. 2015. *Studi Eksperimen Kuat Tekan Beton Menggunakan Semen PPC Dengan Tambahan SIKAMENT LN*. Pontianak: Fakultas Teknik Sipil Untan.Mungok, Chrisna Djaya. 2003. *Buku Ajar Struktur Beton Bertulang I*. Pontianak: Fakultas Teknik Untan.
- Mulyono, Tri. 2003. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit Andi.



- Nawy, E.G. 2010. *Beton Bertulang*. Diterjemahkan oleh : Bambang Suryoatmono. Bandung: PT. Refika Aditama.
- SNI-03-1972-1990, *Metode Pengujian Slump Beton*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-4807-1998, *Metode Pengujian untuk Menentukan Suhu Beton Segar*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-2834-2002, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-2847-2002, *Tata Cara Pencampuran Beton*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-2941-2002, *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-6827-2002, *Metode Pengujian Waktu Ikat Awal Semen Portland dengan Menggunakan Alat Vicat Untuk Pekerjaan Sipil*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 15-0302-2004, *Semen Portland Pozolan*. Badan Standarisasi Nasional.
- Laboratorium Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknik Sipil UNTAN. 2002. *Petunjuk Pratikum Teknologi Bahan dan Konstruksi*. Pontianak. Untan.
- <http://suriatiabdmuin.blogspot.co.id/2013/06/korelasi-antara-porositas-terhadap-kuat.html>
- [http://share.its.ac.id/pluginfile.php/19655/mod\\_folder/content/0/MATERI%203%20AGREGAT.pdf?forcedownload=1](http://share.its.ac.id/pluginfile.php/19655/mod_folder/content/0/MATERI%203%20AGREGAT.pdf?forcedownload=1)